



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 103 93 681 T5 2005.10.27

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: WO 2004/041581
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: 103 93 681.5
(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/JP2003/014180
(86) PCT-Anmeldetag: 07.11.2003
(87) PCT-Veröffentlichungstag: 21.05.2004
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: 27.10.2005

(51) Int Cl.7: **B60K 41/06**
F02D 29/00, F02D 41/04, F16D 48/06,
F16H 61/04, F16H 61/12

(30) Unionspriorität:
2002-325386 08.11.2002 JP

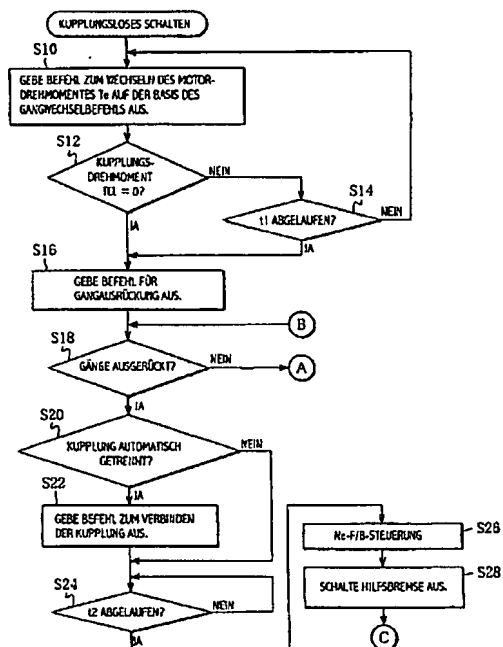
(74) Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

(71) Anmelder:
Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corp.,
Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:
Ikeya, Kouichi, Tokio/Tokyo, JP; Eritate,
Kazunobu, Tokio/Tokyo, JP; Shirasawa,
Toshikuni, Tokio/Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: Getriebesteuerverfahren und -vorrichtung für ein mechanisches Getriebe

(57) Hauptanspruch: Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe, das in der Lage ist, eine Ausgangsleistung eines Verbrennungsmotors an Räder über eine Reibungskupplung zu übertragen, indem ein automatischer mehrstufiger Gangwechsel durchgeführt wird, mit:
einem Schritt (a) einer Steuerung eines von dem Verbrennungsmotor erzeugten Motordrehmoment als Reaktion auf eine Anforderung nach einem Gangwechsel des mechanischen Getriebes so, dass der Wert eines Übertragungsdrehmomentes der Reibungskupplung 0 oder nahezu 0 ist;
einem Schritt (b) einer Zulassung des Gangwechsels des mechanischen Getriebes, wenn das Motordrehmoment so gesteuert ist, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes in dem Schritt (a) 0 oder nahezu 0 ist; und
einem Schritt (c) einer Ausrückung und Einrückung von Gängen mit in Verbindung gehaltener Kupplung, wenn der Gangwechselschritt (b) zugelassen wird.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Getriebesteuerung eines mechanischen Getriebes, und insbesondere eine Technik zum Durchführen eines Gangwechsels ohne eine Reibungskupplung zu verbinden oder zu trennen.

Stand der Technik

[0002] Getriebe, deren Gangwechselvorgang automatisiert ist, werden oft als Fahrzeuggetriebe verwendet. In großen Fahrzeugen, wie z. B. Bussen, Lastwagen usw. ist der Übertragungsbetrag des Antriebsdrehmomentes so groß, dass es für einen Drehmomentwandler schwierig ist, das Antriebsdrehmoment zufrieden stellend zu übertragen. Beispielsweise wird ein mechanisches Getriebe, welches so ausgelegt ist, dass der Gangwechselvorgang für ein mechanisches Handschaltgetriebe automatisiert ist, verwendet.

[0003] Dieses mechanische Getriebe ist so konfiguriert, dass es einen Gangwechsel erzielt, indem automatisch ein Gangeinrücken und Gangausrücken durchgeführt wird. Was die Reibungskupplung betrifft, ist sie so konfiguriert, dass sie automatisch in Abhängigkeit von dem Gangwechsel oder einem Halt des Fahrzeugs verbunden oder getrennt wird.

[0004] In der automatischen Steuerung der Reibungskupplung in Abhängigkeit von dem Gangwechsel in dem mechanischen Getriebe ist jedoch eine feinfühligke Steuerung in einem halb eingekuppelten Zustand schwierig. Daher kann die Zeit, während welcher die Reibungskupplung getrennt ist, so dass keine Antriebskraft auf die Räder übertragen werden kann, und die Dauer des Gangwechsels als lang empfunden werden.

[0005] Andererseits wurde eine Technik dergestalt ersonnen, dass die Kraftstoffzufuhr zu einem Verbrennungsmotor wiederholt angepasst wird, sobald eine Klauenkupplung des Getriebes ausgekuppelt wird, wodurch ein Übertragungsdrehmoment unterbrochen wird, so dass die Klauenkupplung zufrieden stellend ausgekuppelt werden kann (siehe beispielsweise Japanische Patentoffenlegung No. 1-164633 (Japanisches Patent No. 2887481) hierin nachstehend als Patentdokument 1 bezeichnet).

[0006] In Anbetracht des vorstehend beschriebenen Patentdokumentes 1 kann ein Gangwechsel ohne Trennung der Reibungskupplung in dem mechanischen Getriebe erzielt werden.

[0007] Gemäß dem vorstehenden Patentdokument

1 wird jedoch die Klauenkupplung zum Auskuppeln gezwungen, sobald die Kraftstoffzufuhr zu dem Verbrennungsmotor angepasst wird, und der Zeitpunkt, wann die Klauenkupplung ausgekuppelt wird, d. h., der Zeitpunkt der Gangausrückung ist nicht klar. Mit anderen Worten, der zeitliche Verlauf der Gangausrückung ist gemäß dem Patentdokument 1 nicht festgelegt. Daher kann angenommen werden, dass abhängig von dem mit der Zunahme oder Abnahme der Kraftstoffzufuhr variierenden Drehmoment des Verbrennungsmotors Gangausrückung unvermeidlich in vielen Fällen selbst dann ausgeführt wird, wenn das Übertragungsdrehmoment nicht vollständig unterbrochen ist.

[0008] Wenn die Gangausrückung auf diese Weise ohne vollständige Unterbrechung des Übertragungsdrehmomentes durchgeführt wird, und wenn das Übertragungsdrehmoment relativ hoch ist, wird durch die Gangausrückung ein Stoß erzeugt, welcher ungünstigerweise den Insassen das Gefühl einer Fehlbedienung vermittelt.

Offenbarung der Erfindung

[0009] Die vorliegende Erfindung wurde gemacht, um diese Probleme zu lösen, und ihre Aufgabe besteht in der Bereitstellung eines Getriebesteuerverfahrens für ein mechanisches Getriebe, welches in der Lage ist, die Gangwechselzeit zu verkürzen, ohne einen einer Gangausrückung zuzuordnenden Stoß durchzumachen, und eine Vorrichtung dafür.

[0010] Zur Lösung der vorstehenden Aufgabe weist gemäß der vorliegenden Erfindung ein Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe, das eine Abtriebsleistung eines Verbrennungsmotors an Räder über eine Reibungskupplung unter Durchführen einer automatischen mehrstufigen Drehzahländerung übertragen kann, einen Schritt (a) einer Steuerung eines durch den Verbrennungsmotor erzeugten Drehmoments als Reaktion auf eine Anforderung eines Gangwechsels des mechanischen Getriebes so, dass der Wert eines Übertragungsdrehmomentes der Reibungskupplung 0 oder nahezu 0 ist, einen Schritt (b) einer Zulassung des Gangwechsels des mechanischen Getriebes, wenn das Motordrehmoment so gesteuert ist, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 in dem Schritt (a) ist, und einen Schritt (c) eines Ausrückens und Einrückens von Gängen auf, wobei die Kupplung verbunden bleibt, wenn der Gangwechsel in dem Schritt (b) zugelassen wird.

[0011] Gemäß dem Getriebesteuerverfahren der vorliegenden Erfindung wird das Motordrehmoment als Reaktion auf die Anforderung eines Gangwechsels gesteuert. Wenn der Wert des Übertragungsdrehmomentes der Reibungskupplung 0 oder nahezu 0 ist, werden daher die Gänge bei verbundener

Kupplung ausgerückt und eingerückt, so dass der Gangwechsel in einer kurzen Zeit durchgeführt werden kann, ohne einen dem Gangausrücken zuzurechnenden Stoß durchzumachen.

[0012] In der vorliegenden Erfindung kann der Schritt (c) einen Unterschritt (c1) einer Motordrehzahländerung des Verbrennungsmotors aufweisen, nachdem die Gangausrückung mit der verbunden gehaltenen Kupplung durchgeführt wird, und einen Unterschritt (c2) einer Durchführung der Gangeinrückung für eine Gangstufe nach dem Gangwechsel mit geschlossen gehaltener Kupplung, wenn die Motordrehzahl im Wesentlichen synchron zu einer Gangdrehzahl für die Gangstufe nach dem Gangwechsel ist. Wenn die Gangausrückung durchgeführt wird, wird in diesem bevorzugten Aspekt die Motordrehzahl so verändert, dass sie synchron zu der Gangdrehzahl für die Gangstufe nach dem Gangwechsel ist, so dass das Gangeineinrücken sanft ohne Drehzahldifferenz ohne Verbinden oder Trennen der Kupplung durchgeführt werden kann.

[0013] In dem Getriebesteuerverfahren der vorliegenden Erfindung ist ferner das anwendbare mechanische Getriebe so konfiguriert, dass die Reibungskupplung automatisch verbunden und getrennt werden kann, und der Schritt (c) kann ein automatisches Trennen der Reibungskupplung zum Ausrücken und Einrücken der Gänge aufweisen, wenn keine Gangausrückung durchgeführt wird, nachdem ein Befehl für eine Gangausrückung gegeben wird. Wenn die Gangausrückung trotz der Ausgabe eines Befehls für eine Gangausrückung nicht durchgeführt wird, kann in diesem bevorzugten Aspekt die Gangausrückung und die Gangeinrückung sicher bei getrennter Reibungskupplung durchgeführt werden, und der Gangwechsel sicher durchgeführt werden.

[0014] In dem Getriebesteuerverfahren der vorliegenden Erfindung kann der Schritt (a) das Erzielen eines veränderten Motordrehmomentes in der Weise, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 gemäß einer ersten Bewegungsgleichung für einen Bereich von dem Verbrennungsmotor bis zu der Reibungskupplung und einer zweiten Bewegungsgleichung für einen Bereich von der Reibungskupplung bis zu jedem Rad und einer Position auf einer Achsenwelle eines Fahrzeugs ist, die das veränderte Motordrehmoment anzeigt, und das Steuern des Verbrennungsmotors so beinhalten, dass das veränderte Motordrehmoment erzeugt wird. Ferner werden die ersten und zweiten Bewegungsgleichungen unter der Bedingung umgeformt, dass eine Motorrotations-Winkelbeschleunigung auf der Achsenwelle gleich einer Achsenwellenrotations-Winkelbeschleunigung auf der Achsenwelle ist, und der Schritt (a) kann das Erzielen eines veränderten Motordrehmomentes gemäß der umgewandelten ersten und zweiten Bewegungsgleichung so erhalten, dass

der Wert des Drehmomentes 0 ist. In einem bevorzugten Aspekt dergestalt, dass die Reibungskupplung ein Schwungrad und eine Kupplungsplatte aufweist, die mit dem Schwungrad verbunden oder davon getrennt werden kann, kann eine Bewegungsgleichung für einen Bereich von dem Verbrennungsmotor bis zu dem Schwungrad als die erste Bewegungsgleichung verwendet werden, und eine Bewegungsgleichung für einen Bereich von der Kupplungsplatte bis zu jedem Rad und einer Position auf der Achsenwelle kann als die zweite Bewegungsgleichung verwendet werden.

[0015] Ferner kann der Schritt (a) die Folgerung beinhalten, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 nach Ablauf einer vorbestimmten Dauer seit der Anzeige des veränderten Motordrehmomentes ist.

[0016] Der Verbrennungsmotor kann eine Kraftstoffeinspritzpumpe mit einem Steuergestell bzw. einer Steuerstange zur Einstellung der Kraftstoffeinspritzmenge aufweisen. In diesem bevorzugten Aspekt kann der Schritt (a) die Steuerung der Steuerstange beinhalten, um dadurch das Motordrehmoment steuern, und der Schritt (b) kann auf der Basis der Position der Steuerstange die Ermittlung beinhalten, ob der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 ist oder nicht.

[0017] Der Verbrennungsmotor kann eine Hilfsbremse aufweisen. In diesem bevorzugten Aspekt kann der Unterschritt (c1) das Betätigen der Hilfsbremse beinhalten, wenn die Motordrehzahl des Verbrennungsmotors einen oberen Grenzwert eines vorbestimmten Drehzahlbereichs überschreitet, welcher eine Soll-Motordrehzahl beinhaltet, die der Gangdrehzahl entspricht.

[0018] Ferner kann der Unterschritt (c1) das Korrigieren einer Soll-Motordrehzahl entsprechend der Gangdrehzahl gemäß den Kennlinien des Verbrennungsmotors beinhalten.

[0019] Ferner kann der Schritt (c) die Ausgabe eines Befehls zur Wiederherstellung des Motordrehmomentes nach dem Ablauf einer vorbestimmten Zeitdauer seit dem Beginn der Gangeinrückung beinhalten, wenn ein Gangwechsel von einem Zustand hoher Drehzahl in einen Zustand niedriger Drehzahl des mechanischen Getriebes durch die Gangwechselanforderung erforderlich wird.

[0020] Zur Lösung der vorstehenden Aufgabe weist gemäß der vorliegenden Erfindung eine Getriebe- steuervorrichtung für ein mechanisches Getriebe, das eine Abtriebsleistung eines Verbrennungsmotors an Räder über eine Reibungskupplung unter Durchführen einer automatischen mehrstufigen Drehzahländerung übertragen kann, eine Motorsteuereinrich-

tung zum Steuern eines durch den Verbrennungsmotor erzeugten Drehmoments so, dass der Wert eines Übertragungsdrehmomentes der Reibungskupplung 0 oder nahezu 0 ist, wenn ein Gangwechsel des mechanischen Getriebes anfordert wird, eine Gangwechsel-Zulassungseinrichtung zum Zulassen des Gangwechsels des mechanischen Getriebes, wenn das Motordrehmoment durch die Motordrehmoment-Steuereinrichtung so gesteuert ist, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 ist, und eine Gangwechsel-Ausführungseinrichtung zum Ausrücken und Einrücken von Gängen auf, wobei die Kupplung verbunden bleibt, wenn der Gangwechsel von der Gangwechsel-Zulassungseinrichtung zugelassen wird.

[0021] Wenn der Gangwechsel des mechanischen Getriebes erforderlich ist, wird daher das von dem Verbrennungsmotor erzeugte Motordrehmoment durch die Motordrehmoment-Steuereinrichtung so gesteuert, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 ist. Wenn der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 erreicht, wird der Gangwechsel durch die Gangwechsel-Zulassungseinrichtung zugelassen, und die Gangausrückung und Gangeinrückung werden bei geschlossen gehaltener Kupplung durch die Gangwechsel-Ausführungseinrichtung durchgeführt.

[0022] Somit kann, wenn der Wert des Übertragungsdrehmomentes sicher 0 oder nahezu 0 erreicht, die Gangausrückung ohne Verbinden oder Trennen der Kupplung durchgeführt werden, und dadurch die Gangwechselzeit so verkürzt werden, dass der Gangwechsel schnell erreicht werden kann, ohne einen dem Gangausrücken zuzuordnenden Stoß durchzumachen.

[0023] Ferner kann die Getriebesteuervorrichtung für ein mechanisches Getriebe gemäß der vorliegenden Erfindung ferner eine Motordrehzahl-Detektionseinrichtung zum Detektieren einer Motordrehzahl des Verbrennungsmotors und eine Gangdrehzahl-Detektionseinrichtung zum Detektieren einer Gangdrehzahl für eine Gangstufe nach dem Gangwechsel aufweisen. In diesem bevorzugten Aspekt ändert die Gangwechsel-Ausführungseinrichtung die Motordrehzahl des Verbrennungsmotors, nachdem die Ausrückung bei geschlossener Kupplung durchgeführt worden ist, und führt die Gangeinrichtung für die Gangstufe nach dem Gangwechsel mit geschlossener gehaltener Kupplung durch, wenn die Motordrehzahl im Wesentlichen synchron zu der Gangdrehzahl für die Gangstufe nach dem Gangwechsel ist.

[0024] Wenn die Gangausrückung in dem vorstehend beschriebenen bevorzugten Aspekt ausgeführt wird, wird die Motordrehzahl des Verbrennungsmotors so geändert, dass sie synchron zu der Gangdrehzahl für die Gangstufe nach dem Gangwechsel

ist, so dass die Gangeinrückung sanft ohne Drehzahldifferenz ohne Verbinden und Trennen der Kupplung ausgeführt werden kann.

[0025] In der Getriebesteuervorrichtung für ein mechanisches Getriebe gemäß der vorliegenden Erfindung kann ferner die Reibungskupplung so konfiguriert sein, dass sie automatisch verbunden und getrennt werden kann. In diesem bevorzugten Aspekt trennt die Gangwechsel-Ausführungseinrichtung automatisch die Reibungskupplung, um die Gänge auszurücken und einzurücken, wenn keine Gangausrückung durchgeführt wird, nachdem ein Befehl für eine Gangausrückung ausgegeben ist.

[0026] Wenn die Gangausrückung trotz der Ausgabe eines Befehls für eine Gangausrückung durch die Gangwechsel-Ausführungseinrichtung nicht ausgeführt wird, kann in dem vorstehend beschriebenen bevorzugten Aspekt die Gangausrückung und Gangeinrückung sicher mit getrennter Reibungskupplung durchgeführt werden, und der Gangwechsel sicher durchgeführt werden.

[0027] In der Getriebesteuervorrichtung der vorliegenden Erfindung kann eine Reibungskupplung ein Schwungrad und eine Kupplungsplatte aufweisen, welche mit dem Schwungrad verbunden und davon getrennt werden können. In diesem bevorzugten Aspekt kann die Motordrehmoment-Steuereinrichtung ein verändertes Drehmoment dergestalt erzielen, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 gemäß einer ersten Bewegungsgleichung für einen Bereich von dem Verbrennungsmotor bis zu dem Schwungrad und einer zweiten Bewegungsgleichung für einen Bereich von der Reibungskupplung bis zu jedem Rad und einer Position auf einer Achsenwelle eines Fahrzeugs ist, und den Verbrennungsmotor so steuern, dass das veränderte Motordrehmoment erzeugt wird.

[0028] Ferner kann der Verbrennungsmotor eine Kraftstoffeinspritzpumpe mit einer Steuerstange zur Einstellung der Kraftstoffeinspritzmenge aufweisen. In diesem bevorzugten Aspekt kann die Motordrehmoment-Steuereinrichtung die Steuerstange und dadurch das Motordrehmoment steuern.

[0029] Ferner kann der Verbrennungsmotor eine Hilfsbremse aufweisen. In diesem bevorzugten Aspekt betätigt die Gangwechsel-Ausführungseinrichtung die Hilfsbremse, wenn die Motordrehzahl des Verbrennungsmotors einen oberen Grenzwert eines vorbestimmten Drehzahlbereichs überschreitet, welcher eine Soll-Motordrehzahl beinhaltet, die der Gangdrehzahl entspricht.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0030] Fig. 1 ist eine schematische Darstellung ei-

nes Antriebssystems eines Fahrzeugs (Bus oder dergleichen), bei welchem eine Getriebesteuervorrichtung für ein mechanisches Getriebe gemäß der Erfindung angewendet wird;

[0031] **Fig. 2** ist ein Teil eines Flussdiagramms, das eine Steuerroutine einer kupplungslosen Gangwechselsteuerung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0032] **Fig. 3** ist der Rest des aus **Fig. 2** fortgesetzten Flussdiagramms, das die Steuerroutine der kupplungslosen Gangwechselsteuerung gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt;

[0033] **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm, das eine Steuerroutine der Ne-F/B-Steuerung von **Fig. 2** darstellt;

[0034] **Fig. 5** ist der Rest des aus **Fig. 3** fortgesetzten Flussdiagramms, das die Steuerroutine der kupplungslosen Gangwechselsteuerung gemäß der vorliegenden Erfindung darstellt; und

[0035] **Fig. 6** ist ein Teil eines Flussdiagramms, das eine Steuerroutine einer kupplungslosen Gangwechselsteuerung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

Beste Ausführungsart der Erfindung

[0036] Eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0037] **Fig. 1** stellt eine Skizze eines Antriebssystems eines Fahrzeugs (Bus oder dergleichen) dar, bei welchem eine Getriebesteuervorrichtung für ein mechanisches Getriebe gemäß der vorliegenden Erfindung angewendet wird. Unter Bezugnahme auf **Fig. 1** wird eine Konfiguration des Antriebssystems des Fahrzeugs beschrieben, das die Getriebesteuervorrichtung für das mechanische Getriebe gemäß der vorliegenden Erfindung aufweist.

[0038] Wie es in der vorgenannten Figur dargestellt ist, ist ein Dieselmotor 1 (hierin nachstehend als Motor bezeichnet) mit einer Kraftstoffeinspritzpumpeneinheit 6 (hierin nachstehend als Einspritzpumpe bezeichnet) für die Zuführung von Kraftstoff vorgesehen. Die Einspritzpumpe 6 ist eine Vorrichtung, die den Kraftstoff einspritzt, indem eine Pumpe mit einem Abtrieb des Motors 1 betätigt wird, der über eine (nicht dargestellte) Pumpeneingangswelle übertragen wird. Die Einspritzpumpe 6 ist mit einem (nicht dargestellten) Steuergestell bzw. einer Steuerstange zum Einstellen der Kraftstoffeinspritzmenge und einem Steuerstangen-Positionssensor 9 zum Detektieren einer Stangenposition (Steuerstangenposition) SRC der Steuerstange versehen. Ferner ist ein Motordrehzahlsensor (Motordrehzahl-Detektionsein-

richtung) 8 zum Detektieren der Drehzahl der Pumpeneingangswelle und zum Detektieren der Drehzahl der Motorabtriebswelle 2, d. h., einer Motordrehzahl Ne in Abhängigkeit von der vorgenannten Drehzahl in der Nähe der Pumpeneingangswelle angebracht.

[0039] Die Motorabtriebswelle 2 erstreckt sich aus dem Motor 1. Diese Motorabtriebswelle 2 ist mit einer Eingangswelle 20 eines Zahnradgetriebes (hierin nachstehend als Getriebe bezeichnet) über eine Kupplungseinheit 3 verbunden. Somit wird der Abtrieb der Maschine 1 an das Getriebe 4 übertragen, wonach eine Drehzahländerung in dem Getriebe 4 durchgeführt wird. Das Getriebe 4 ist ein mechanisches Getriebe, das beispielsweise fünf Vorwärtsgangwechselstufen (erste bis fünfte Gangwechselstufen) neben einer Rückwärtsgangstufe aufweist, und einen manuellen Gangwechsel sowie einen automatischen Gangwechsel durchführen kann. Die Kupplungseinheit 3 ist so aufgebaut, dass das Getriebe 4 automatisch zwecks Verbindung mit und Trennung von dem Motor 1 gesteuert werden kann, wenn das Fahrzeug angehalten oder gestartet wird. In einigen Fällen kann die Kupplungseinheit 3 automatisch zwecks Verbindung und Trennung zum Zeitpunkt eines nachstehend beschriebenen automatischen Gangwechsels gesteuert werden.

[0040] Die Kupplungseinheit 3 ermöglicht eine automatische Ausführung des Betriebs einer herkömmlichen mechanischen Reibungskupplung in der Weise, dass ein verbundener Zustand aufgebaut wird, indem eine Kupplungsplatte 12 gegen ein Schwungrad 10 mittels einer Druckfeder 11 angedrückt wird, oder ein gelöster Zustand aufgebaut wird, indem die Kupplungsplatte 12 von dem Schwungrad 10 getrennt wird. Die Kupplungsplatte 12 kann automatisch durch eine Kupplungsbetätigungseinrichtung zur Kupplungsverbindung und Trennung betätigt werden, d. h., durch eine Betätigungseinrichtung 16, die von einem Außenhebel 12a unterstützt wird.

[0041] Insbesondere ist die Kupplungsbetätigungseinrichtung 16 mit einem Luftbehälter 34 über Luftkanal 30 als einem Luftzuführungskanal verbunden. Somit wird, wenn Betätigungsluft aus dem Luftbehälter 34 durch den Luftkanal 30 geführt wird, die Kupplungsbetätigungseinrichtung 16 automatisch betätigt. Darauf bewegt sich die Kupplungsplatte 12 und die Kupplungseinheit 3 wird automatisch verbunden oder getrennt.

[0042] Tatsächlich ist der Luftkanal 30 mit einem elektropneumatischen Proportionalsteuerventil 31 ausgestattet, welches als Reaktion auf ein Signal aus einer elektronischen Steuereinheit (ECU) 80 betätigt wird, um eine Zirkulation der Betätigungsluft zu ermöglichen und zu unterbrechen. Wenn ein Treibersignal aus der ECU 80 an das elektropneumatische Proportionalsteuerventil 31 angelegt wird, wird die

Betätigungsluft aus dem Luftbehälter 34 an die Kupplungsbetätigungseinrichtung 16 über das elektropneumatische Proportionalsteuerventil 31 zugeführt, worauf die Kupplungsbetätigungseinrichtung 16 betätigt wird, um die Kupplungseinheit 3 zu trennen. Wenn die Zuführung des Treibersignals beendet wird, wird andererseits die Betriebsluftzufuhr aus dem Luftbehälter 34 an die Kupplungsbetätigungseinrichtung 16 unterbrochen, und die Arbeitsluft in der Kupplungsbetätigungseinrichtung 16 wird an Atmosphäre abgegeben. Danach wird die Kupplungseinheit 3 durch die Wirkung der Druckfeder 11 verbunden.

[0043] Die Kupplungsbetätigungseinrichtung 16 ist mit einem Kupplungshubsensor 17 ausgestattet, der eine Bewegung der Kupplungsplatte 12, d. h., eines Kupplungshubes, detektiert.

[0044] Ein Schalthebel 60 ist ein Wählhebel des Getriebes 4, und ist mit einem N-(Neutral)-Bereich, R-(Rückwärts)-Bereich, und einem D-(Drive)-Bereich versehen, der einem automatischen Gangschaltmodus entspricht.

[0045] Der Schalthebel 60 ist mit einem Wählpositionssensor 62 versehen, der jede Bereichsposition detektiert. Dieser Wählpositionssensor 62 ist mit der ECU 80 verbunden. Andererseits ist die ECU 80 mit einer Gangwechseleinheit 64 verbunden, um das Einrücken von Gängen des Getriebes 4, d. h., eine Gangposition zu ändern. Wenn ein Positionssignal von dem Wählpositionssensor 62 an die ECU 80 gesendet wird, wird daher ein Treibersignal von der ECU 80 an die Gangwechseleinheit 64 als Reaktion auf das Positionssignal geliefert. Danach wird die Gangwechseleinheit 64 betätigt, um die Gangposition des Getriebes 4 auf einen ausgewählten gewünschten Wählbereich umzuschalten. Wenn sich die Wählposition in dem D-Bereich befindet, wird die automatische Getriebesteuerung in Abhängigkeit von dem Fahrzustand des Fahrzeugs ausgeführt, was später im Detail beschrieben wird, und die Gangposition wird unter dieser automatischen Getriebesteuerung umgeschaltet.

[0046] Die Gangwechseleinheit 64 umfasst ein Magnetventil 66, welches durch ein Betätigungssignal aus der ECU 80 betätigt wird, und einen (nicht dargestellten) Arbeitszylinder, welcher eine (nicht dargestellte) Schaltgabel in dem Getriebe 4 betätigt. Der Arbeitszylinder ist mit dem Luftkanal 30 über das Magnetventil 66 und einen Luftkanal 67 verbunden. Somit wird, wenn das Betriebssignal aus der ECU 80 an das Magnetventil 66 angelegt wird, das Magnetventil 66 unter Reaktion auf das Betätigungssignal geöffnet oder geschlossen, und der Arbeitszylinder wird durch die Betätigungsluftzufuhr aus dem Luftbehälter 34 betätigt. Danach wird das Einrücken des Gangs des Getriebes 4 in geeigneter Weise beispielsweise mit-

tels eines laufenden Zahnrades geändert. Nur ein Magnetventil 66 ist in diesem Falle dargestellt. Tatsächlich sind jedoch mehrere Schaltgabeln angeordnet, mehrere Arbeitszylinder entsprechend den Schaltgabeln vorgesehen und mehrere Magnetventile 66 sind entsprechend den Arbeitszylindern vorgesehen.

[0047] Ein Gangpositionssensor 68 zum Detektieren jeder Gangstufe ist in der Nähe der Gangwechseleinheit 64 des Getriebes 4 angeordnet und elektrisch mit der ECU 80 verbunden. Ein aktuelles Gangpositionssignal, z. B. Gangstufensignal wird aus dem Gangpositionssensor 68 an die ECU 80 geliefert.

[0048] Ein Gaspedal 70 ist mit einem Drosselklappenöffnungssensor 72 versehen und ebenfalls elektrisch mit der ECU 80 verbunden. Ein Niederdrückungsbetrag des Gaspedals 70, d.h., eine Drosselklappenöffnungsinformation θ_{acc} , wird von dem Drosselklappenöffnungssensor 72 ausgegeben.

[0049] Ferner ist eine Ausgangswelle 76 des Getriebes 4 mit einem Drehzahlsensor 78 versehen, der die Drehzahl der Ausgangswelle 76 detektiert und ausgibt, und dieser Drehzahlsensor 78 ist ebenfalls elektrisch mit der ECU 80 verbunden. Eine Fahrzeuggeschwindigkeit V wird in der ECU in Abhängigkeit von der Information aus dem Drehzahlsensor 78 berechnet.

[0050] In Fig. 1 bezeichnet ein Bezugszeichen 82 eine Motorsteuereinheit 82, die unabhängig von der ECU 80 vorgesehen ist. Die Motorsteuereinheit 82 ist eine Vorrichtung, die einen (nicht dargestellten) elektronischen Regler in der Einspritzpumpe 6 mit einem Signal aus der ECU 80 versorgt, das der Information aus jedem Sensor, der Drosselklappenöffnungsinformation θ_{acc} , usw. entspricht und den Betrieb des Motors 1 steuert. Insbesondere wird, wenn ein Befehlssignal von der Motorsteuereinheit 82 an die elektronische Regelung geliefert wird, die Steuerstange betätigt, um eine Kraftstoffsteigerungs- oder Verringerungsoperation auszuführen und die Steigerung oder Verringerung des Motordrehmomentes T_e oder der Motordrehzahl N_e wird gesteuert. Detektionsinformation aus dem Stangenpositionssensor 9 und dem Motordrehzahlsensor 8 wird an die ECU 80 über die Motorsteuereinheit 82 geliefert.

[0051] Ferner ist ein Auspuff bzw. Abgasrohr 50, das sich aus einem Abgaskrümmer 7 des Motors 1 erstreckt, mit einer Abgasbremse 52 versehen. Die Abgasbremse 52, welche ein Drosselklappenventil 54 umfasst, ist mit der ECU 80 verbunden und so konfiguriert, dass sie die Abgasströmungsrate durch Schließen des Drosselklappenventils 54 als Reaktion auf einen Befehl aus der ECU 80 anpassen kann. Somit werden die Motorausgangsleistung und die Motordrehzahl N_e reduziert, so dass eine Bremskraft auf

das Fahrzeug ausgeübt wird.

[0052] Die ECU 80 umfasst ein Mikrocomputer (CPU), einen Speicher, Schnittstellen für Eingangs/Ausgangs-Signalverarbeitung, usw. Wie vorstehend erwähnt, ist eine eingangsseitigen Schnittstelle der ECU mit dem Kupplungshubsensor 17, dem Wählpositionssensor 62, dem Schaltpositionssensor 68, dem Drosselklappenöffnungssensor 72, dem Drehzahlsensor 78, der Motorsteuereinheit 82 usw. verbunden.

[0053] Andererseits ist eine ausgangsseitige Schnittstelle der ECU mit einer Warnlampe 83 sowie mit einem Magnetventil 66, der Motorsteuereinheit 82, der Kupplungsbetätigungseinrichtung 16, der Abgasbremse 52 usw. wie vorstehend erwähnt verbunden.

[0054] Nachstehendes ist eine Beschreibung der Getriebesteuerung der Getriebesteuervorrichtung für das in dieser Weise aufgebaute mechanische Getriebe gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0055] Eine erste Ausführungsform wird zuerst beschrieben.

[0056] In den Fig. 2 bis Fig. 5 ist ein Flussdiagramm für Steerroutinen einer kupplungslosen Gangwechselsteuerung gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt und die nachstehende Beschreibung basiert auf diesem Flussdiagramm.

[0057] Im Schritt S10 von Fig. 2 wird ein Befehl ausgegeben, das Motordrehmoment T_e (Motordrehmoment-Steuereinrichtung) als Reaktion auf einen Gangwechselbefehl aus der ECU 80 ausgegeben. Insbesondere wird dabei der Motor 1 so gesteuert, dass er das Motordrehmoment T_e so ändert, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes der Kupplungseinheit 3, d. h., ein Kupplungsdrehmoment T_{cl} zwischen dem Schwungrad 10 und der Kupplungsplatte 12 null oder nahezu null ist.

[0058] Insbesondere wird das zu verändernde Motordrehmoment T_e wie folgt so erhalten, dass der Wert des Kupplungsdrehmomentes T_{cl} beispielsweise 0 gemäß einer Bewegungsgleichung (Gleichung (1)) für einen Bereich von dem Motor 1 bis zu dem Schwungrad 10 und einer Bewegungsgleichung (Gleichung (2)) für einen Bereich von der Kupplungsplatte 12 bis zu jedem Rad und einer Position auf einer Achsenwelle des Fahrzeugs ist:

$$(T_e - T_{cl}) \cdot i_t \cdot i_f = I_e - i_t^2 \cdot i_f^2 \cdot d^2 \theta_e / dt^2 \quad (1)$$

$$T_{cl} \cdot i_t \cdot i_f - (W(\mu + \sin \theta) + \lambda A V^2) R \eta = (W/g \cdot R^2 + (I_w + (I_f + I_t \cdot i_t^2) \cdot i_f^2)) \cdot d^2 \theta_{ax} / dt^2 \quad (2)$$

Die Parameter sind:

g: Gravitationsbeschleunigung,
 η : Kraftübertragungswirkungsgrad,
 μ : Rollwiderstandskoeffizient,
 λ : Luftwiderstandskoeffizient,
 I_e : Trägheitsmoment des Rotationsanteils der Motorein gangswelle,
 I_t : Trägheitsmoment des Getriebes,
 I_f : Trägheitsmoment des rotierenden Anteils der Differentialgetriebeeingangswelle,
 I_w : Trägheitsmoment der Achse und des rotierenden Abschnitts derselben,
 i_t : Getriebeübersetzungsverhältnis,
 i_f : Differentialübersetzungsverhältnis,
 W : Fahrzeuggewicht,
 A : Frontseitenprojektionsfläche,
 R : Radradius,
 T_e : Motordrehmoment (auf Eingangswelle des Getriebes),
 T_{cl} : Kupplungsdrehmoment (auf Eingangswelle des Getriebes),
 V : Fahrzeuggeschwindigkeit,
 $d^2 \theta_e / dt^2$: Motordrehzahlwinkelbeschleunigung (auf der Achsenwelle),
 $d^2 \theta_{ax} / dt^2$: Achsenwellenrotationsbeschleunigung (auf der Achsenwelle).

[0059] Wenn der Wert des Kupplungsdrehmomentes T_{cl} beispielsweise auf 0 eingestellt wird, wird in diesem Falle, $d^2 \theta_e / dt^2 = d^2 \theta_{ax} / dt^2$ erhalten, so dass die Gleichungen (1) und (2) in die Gleichungen (3) und (4) wie folgt überführt werden können:

$$T_e \cdot i_t \cdot i_f = I_e \cdot d^2 \theta_e / dt^2, \quad (3)$$

$$-(W(\mu + \sin \theta) + \lambda A V^2) R \eta = (I_2 + I_3) \cdot d^2 \theta_e / dt^2 \quad (4)$$

[0060] Hier sind von I_1 , I_2 und I_3 , $I_1 = I_e \cdot i_t^2 \cdot i_f^2$ (Trägheitsmoment des Motors), $I_2 = (I_w + (I_f + I_t \cdot i_t^2) \cdot i_f^2)$ (Trägheitsmoment des rotierenden Anteils) bzw. $I_3 = W/g \cdot R^2$ (dem Fahrzeuggewicht entsprechende Trägheit).

[0061] Somit kann, wenn $d^2 \theta_e / dt^2$ eliminiert wird, das Motordrehmoment T_e mittels der nachstehenden Gleichung (5) erhalten werden:

$$T_e = -(W(\mu + \sin \theta) + \lambda A V^2) R \eta / (i_t \cdot i_f) \cdot I_1 / (I_2 + I_3) \quad (5)$$

[0062] Wenn das Motordrehmoment T_e in dieser Weise gegeben ist, wird die Steuerstange so gesteuert, dass die Motordrehzahl T_e erzielt werden kann, wodurch die Kraftstoffeinspritzmenge verändert wird.

[0063] In dem nachfolgenden Schritt S12 wird ermittelt, ob der Wert des Kupplungsdrehmomentes T_{cl} 0 (Null) oder nahezu 0 ist. Hier wird ermittelt, ob das tatsächliche Motordrehmoment T_e im Wesentlichen gleich dem aus der vorstehenden Gleichung (5) erhaltenen Motordrehmoment T_e ist oder nicht. Insbesondere wird ermittelt, ob eine Soll-Steuerstangen-

position durch die Steuerstangenposition SRC in Abhängigkeit von der Information aus dem Steuerstangen-Positionssensor 9 erreicht ist oder nicht. Alternativ kann ein Drehmomentsensor vorgesehen sein, um direkt zu detektieren, dass der Wert des Kupplungsdrehmomentes T_{cl} 0 oder nahezu 0 ist.

[0064] Das Programm geht zu dem Schritt S16 (Gangwechsel-Zulassungsmechanismus) über, wenn die Entscheidung im Schritt S12 positiv (Ja) ist, d. h., wenn gefolgert wird, dass die Soll-Steuerstangenposition durch die Steuerstangenposition SRC erreicht ist, und dass der Wert des Kupplungsdrehmomentes T_{cl} 0 oder nahezu 0 ist. Andernfalls geht das Programm zu dem Schritt S14 über, um die Kraftstoffeinspritzmenge weiter zu verändern bis eine vorbestimmte Zeitdauer t_1 nach dem Ausgeben des Befehls zum Verändern des Motordrehmomentes T_e abgelaufen ist, wenn die Entscheidung im Schritt S12 negativ ist (Nein), d. h., wenn gefolgert wird, dass die Soll-Steuerstangenposition durch die Steuerstangenposition SRC nicht erreicht ist, und dass der Wert des Kupplungsdrehmomentes T_{cl} noch nicht 0 oder nahezu 0 ist.

[0065] Im Schritt S14 ist eine vorbestimmte Dauer t_1 eine Zeit, die beispielsweise einer Reaktionsverzögerung der Steuerstange entspricht. Wenn herausgefunden wird, dass die vorbestimmte Dauer t_1 abgelaufen ist, kann angenommen werden, dass der Wert des Kupplungsdrehmomentes T_{cl} 0 oder nahezu 0 erreicht hat. Somit geht, wenn die Entscheidung im Schritt S14 positiv (Ja) ist, d. h., wenn die vorbestimmte Dauer t_1 als abgelaufen gefolgert wird, das Programm zu dem Schritt S16 in derselben Weise wie vorstehend über.

[0066] Im Schritt S16 wird ein Befehl ausgegeben, um die Gänge des Getriebes 4 auszurücken (Gangwechsel-Ausführungseinrichtung). Wenn der Wert des Kupplungsdrehmomentes T_{cl} 0 oder nahezu 0 wie vorstehend erwähnt ist, wird kein Übertragungsdrehmoment zwischen der Schwungscheibe 10 und der Kupplungsplatte 12 oder zwischen den Gängen des Getriebes 4 übertragen, so dass die Gänge leicht ohne jeden Stoß ausrückbar sein dürfen, obwohl die Kupplungseinheit 3 nicht getrennt ist. Somit werden in diesem Falle die Gänge mittels der Gangwechsel-einheit 64 ausgerückt, wobei das Schwungrad 10 und die Kupplungsplatte 12 ohne Trennung der Kupplungseinheit 3 miteinander verbunden gehalten bleiben.

[0067] Im Schritt S18 wird ermittelt, ob die Gänge ausgerückt sind oder nicht. In diesem Falle wird ermittelt, ob die Gänge ausgerückt sind oder nicht, um einen neutralen Zustand in dem Getriebe 4 in Abhängigkeit von der Information aus dem Gangpositionssensor 68 aufzubauen. Wenn die Entscheidung negativ ist (Nein), d. h., wenn gefolgert wird, dass die

Gänge nicht ausgerückt sind, geht das Programm zu dem Schritt S30 von **Fig. 3** über.

[0068] Im Schritt S30 wird ermittelt, ob eine vorbestimmte Zeitdauer t_3 seit der Ausgabe des Befehls zum Ausrücken der Gänge abgelaufen ist oder nicht. Die vorbestimmte Zeitdauer t_3 ist typischerweise eine Zeit, die beispielsweise eine Reaktionszeit der Schaltgabel überschreitet. Normalerweise sollten die Gänge vor dem Ablauf der vorbestimmten Zeit t_3 ausgerückt sein. Wenn die Entscheidung negativ (Nein) ist, d. h., vor dem Ablauf der vorbestimmten Zeitdauer t_3 wird daher die Ermittlung des Schrittes S18 fortgesetzt, um das Ausrücken der Gänge abzuwarten.

[0069] Wenn die Entscheidung im Schritt S30 positiv (Ja) ist, d. h., wenn das Ablaufen der vorbestimmten Zeitdauer t_3 gefolgert wird, kann andererseits angenommen werden, dass die Gänge mit verbunden bleibender Kupplungseinheit 3 aus einem bestimmten Grunde nicht ausrückbar sind. Dieses kann beispielsweise eine Situation sein, in welcher die Parameter in der Gleichung (5) so ungenau sind, dass das Motordrehmoment T_e nicht korrekt erzielt werden kann, oder eine Situation, in welcher der Steuerstangen-Positionssensor 9 einen Fehler aufweist. In diesem Falle geht daher das Programm zu dem Schritt S32 über, in welchem die Kupplungsbetätigungseinrichtung 16 betätigt wird, um automatisch die Kupplungseinheit 3 zu trennen (automatisches Auskuppeln) und das Programm fährt mit dem Schritt S34 fort.

[0070] Im Schritt S34 wird ermittelt, ob eine vorbestimmte Dauer t_4 seit der automatischen Trennung der Kupplungseinheit 3 abgelaufen ist oder nicht. Die vorbestimmte Zeitdauer t_4 ist eine Zeit, die eine Reaktionszeit, die beispielsweise eine Verzögerung der Kupplungsbetätigungseinheit 16 überschreitet. Normalerweise sollte die Kupplungseinheit 3 getrennt werden, um ein Ausrücken der Gänge vor dem Ablauf der vorbestimmten Zeitdauer t_4 zu ermöglichen. Wenn die Entscheidung negativ (Nein) ist, d. h., vor dem Ablauf der vorbestimmten Dauer t_4 , wird daher die Ermittlung des Schrittes S18 fortgesetzt, um das Ausrücken der Gänge abzuwarten.

[0071] Wenn die Entscheidung im Schritt S34 positiv (Ja) ist, d. h., wenn das Ablaufen der vorbestimmten Dauer t_4 gefolgert wird, kann andererseits die Gangausrückung selbst aus irgendeinem Grund für nicht erzielbar angenommen werden. In diesem Falle wird daher eine Nichtfunktion des Getriebes 4 festgestellt, worauf das Programm zu dem Schritt S36 übergeht, in welchem die gesamte automatische Getriebesteuerung gestoppt wird und die Warnlampe 83 eingeschaltet wird, um den Fahrer über die Störung zu informieren.

[0072] Wenn die Entscheidung im Schritt S18 positiv (Ja) ist, d. h., wenn ein Ausrücken der Gänge gefolgert wird, geht das Programm zu dem Schritt S20 über.

[0073] Im Schritt S20 wird ermittelt, ob die Kupplungseinheit 3 automatisch getrennt wird oder nicht. Wenn die Entscheidung negativ (Nein) ist, d. h., wenn die Kupplungseinheit 3 nicht automatisch getrennt wird, geht das Programm zu dem Schritt S24 über. Wenn die Kupplungseinheit 3 in der vorgenannten Weise automatisch getrennt wird, ist andererseits die Entscheidung positiv (Ja). In diesem Falle geht das Programm zu dem Schritt S24 über, nachdem die Kupplungseinheit 3 im Schritt S22 verbunden ist.

[0074] Im Schritt S24 wird der Ablauf einer vorbestimmten Dauer t_2 abgewartet. Im Schritt S26 wird danach die Rückkopplungssteuerung (Ne-F/B-Steuerung) der Motordrehzahl Ne im Schritt S26 ausgeführt. In dieser Ne-F/B-Steuerung wird gemäß Darstellung in der Subroutine in Fig. 4 die Motordrehzahl Ne im Wesentlichen mit der Gangdrehzahl für eine Gangstufe nach dem Gangwechsel synchronisiert.

[0075] In der Ne-F/B-Steuerung wird ermittelt, ob die Zeit, die seit dem Start der Ne-F/B-Steuerung verstrichen ist, innerhalb einer vorbestimmten Zeitdauer t_5 im Schritt S40 liegt oder nicht. Unmittelbar nach dem Start der Ne-F/B-Steuerung ist die Entscheidung positiv (Ja), so dass das Programm zu dem Schritt S42 übergeht.

[0076] Im Schritt S42 wird ermittelt, ob die Motordrehzahl Ne in der Nähe der Gangdrehzahl für die Gangstufe nach dem Gangwechsel ist, d. h., eine Soll-Ne ($Ne = Soll-Ne \pm N1$) ist. Die Gangdrehzahl für die Gangstufe nach dem Gangwechsel, d. h., die Soll-Ne kann leicht aus der Umdrehungsdrehzahl der Ausgangswelle 76 berechnet werden, welche von dem Drehsensorsensor 78 detektiert wird und aus dem Übersetzungsverhältnis (Gangdrehzahl-Detektionseinrichtung). Wenn die Entscheidung negativ (Nein) ist, d. h., wenn gefolgert wird, dass die Motordrehzahl Ne nicht gleich oder nahe der Soll-Ne nach dem Gangwechsel ist, geht das Programm zu dem Schritt S44 über.

[0077] Im Schritt S44 wird ermittelt, ob die Motordrehzahl Ne innerhalb eines Drehzahlbereichs so liegt, dass sie nach dem Gangwechsel um einen vorbestimmten Betrag $N2$ höher als die Soll-Ne ($Ne \leq Soll-Ne + N2$) ist. Wenn die Entscheidung negativ (Nein) ist, kann die Motordrehzahl Ne als zu hoch gefolgert werden. In diesem Falle geht das Programm zu dem Schritt S46 über, in welchem die Hilfsbremse eingeschaltet wird. Insbesondere wird die Abgas- bzw. Auspuffbremse 52 geschlossen, um die Motordrehzahl Ne zu verringern.

[0078] Wenn die Entscheidung im Schritt S44 positiv (Ja) ist, kann andererseits die Motordrehzahl Ne als nicht zu hoch gefolgert werden. In diesem Falle geht das Programm zu dem Schritt S48 über, in welchem die Hilfsbremse ausgeschaltet wird und das Programm zu dem Schritt S50 übergeht.

[0079] Wenn die Soll-Ne direkt als ein Befehl an den Motor 1 zur Steuerung in der Weise gegeben wird, dass die Motordrehzahl Ne an die Soll-Ne angepasst wird, dauert es eine Zeit, bis die Motordrehzahl Ne die Soll-Ne erreicht oder es bleibt eine Abweichung zwischen der Motordrehzahl Ne und der Solldrehzahl Ne abhängig von den Motoreigenschaften. Im Schritt S50 wird daher ein Befehl ausgegeben, um die Solldrehzahl Ne zu korrigieren, und der Motor wird so gesteuert, dass die korrigierte Solldrehzahl Ne erreicht wird. Somit kann die Motordrehzahl Ne so gesteuert werden, dass sie ohne Abweichung der Solldrehzahl Ne in kurzer Zeit gleich ist.

[0080] Wenn die Entscheidung im Schritt S42 positiv (Ja) ist, d. h., wenn gefolgert wird, dass die Motordrehzahl Ne gleich oder nahe an der Solldrehzahl Ne nach dem Gangwechsel liegt oder dass die Motordrehzahl Ne im Wesentlichen synchron zu der Solldrehzahl Ne für die Gangstufe nach dem Gangwechsel ist, geht andererseits das Programm zum Schritt S52 über, in welchem die Hilfsbremse ausgeschaltet wird. Im Schritt S54 wird ermittelt, ob eine vorbestimmte Zeitdauer t_6 seit dem Start der Ne-F/B-Steuerung verstrichen ist oder nicht.

[0081] Wenn die Entscheidung im Schritt S54 negativ (Nein) ist, d. h., vor dem Ablauf der vorbestimmten Dauer t_6 , wird ein Befehl für die Solldrehzahl Ne im Schritt S56 ausgegeben. Wenn die Entscheidung positiv (Ja) ist, d. h., nach dem Ablauf der vorbestimmten Dauer t_6 , oder wenn die Entscheidung im Schritt S40 negativ (Nein) ist, d. h., nach dem Ablauf der vorbestimmten Dauer t_5 , wird die Ne-F/B-Steuerung beendet und das Programm geht zu dem Schritt S28 von Fig. 2 über.

[0082] Im Schritt S28 wird die Hilfsbremse wieder ausgeschaltet und das Programm geht zu dem Schritt S60 von Fig. 5 über.

[0083] Im Schritt S60 wird ein Befehl für einen Gangwechsel (Gangeinrückung) auf der Basis der Folgerung ausgegeben, dass die Motordrehzahl Ne gleich der oder nahe an der Solldrehzahl Ne für die Gangstufe nach dem Gangwechsel ist. Wenn die Motordrehzahl Ne im Wesentlichen synchron zu der Solldrehzahl Ne für Gangstufe nach dem Gangwechsel ist, sollten die Gänge sanft ohne Trennung der Kupplungseinheit 3 eingerückt werden können. In diesem Falle wird daher der Gangwechsel (Gangeinrückung) mit der Gangschalteinheit 64 ohne Trennung der Kupplungseinheit 3 ausgeführt, d. h., ohne

Trennung des Schwungrades 10 und der Kupplungsplatte 12 voneinander.

[0084] Im Schritt S62 wird ermittelt, ob der Gangwechsel abgeschlossen ist oder nicht. Auf der Basis der Information aus dem Gangpositionssensor 68 wird in diesem Falle ermittelt, ob der Gangwechsel so erreicht ist, dass die Gangstufe auf eine Gangstufe nach dem Gangwechsel umgeschaltet ist. Wenn die Entscheidung negativ (Nein) ist, d. h., wenn gefolgert wird, dass der Gangwechsel nicht erreicht ist, geht das Programm zu dem Schritt S64 über, in welchem ein Befehl für einen Gangwechsel ausgegeben wird. Danach wird ermittelt, ob eine vorbestimmte Dauer $t7$ abgelaufen ist oder nicht. Die vorbestimmte Zeitdauer $t7$ ist wie die vorbestimmte Zeitdauer $t3$ eine Zeit, die beispielsweise eine Ansprechverzögerung für die Schaltgabel überschreitet. Normalerweise sollten die Gänge vor dem Ablauf der vorbestimmten Dauer $t7$ eingerückt sein. Wenn die Entscheidung negativ (Nein) ist, d. h., vor dem Ablauf der vorbestimmten Dauer $t7$, wird daher die Ermittlung des Schrittes S62 fortgesetzt, um den Eingriff der Gänge abzuwarten.

[0085] Wenn die Entscheidung im Schritt S64 positiv (Ja) ist, d. h., wenn das Ablaufen der vorbestimmten Zeitdauer $t7$ gefolgert wird, kann andererseits der Gangwechsel selbst aus einem bestimmten Grunde für nicht erzielbar angenommen werden. In diesem Falle wird daher festgestellt, dass sich das Getriebe 4 außer Funktion befindet, worauf das Programm zu dem Schritt S66 übergeht, in welchem das Ausgeben des Befehls für den Gangwechsel gestoppt wird und die Warnlampe 83 eingeschaltet wird, um den Fahrer über die Störung zu informieren.

[0086] Wenn die Entscheidung im Schritt S62 positiv (Ja) ist, d. h., wenn ein Abschluss des Gangwechsels gefolgert wird, geht das Programm zu dem Schritt S68 über.

[0087] Im Schritt S68 wird ermittelt, ob eine vorbestimmte Dauer $t8$ in dem Falle eines Herunterschaltens abgelaufen ist oder nicht. Wenn die Entscheidung negativ (Nein) ist, wird der Ablauf der vorbestimmten Dauer $t8$ abgewartet. Wenn die Entscheidung positiv (Ja) ist, geht andererseits das Programm zu dem Schritt S70 über.

[0088] Im Schritt S70 bleibt die Warnlampe 83 ausgeschaltet, wenn der Gangwechsel ohne Probleme abgeschlossen wird. Dann wird im nachstehenden Schritt S72 ein Befehl ausgegeben, um das Motordrehmoment Te , das im Schritt S10 verändert wurde, als Reaktion auf den Abschluss des Gangwechsels wieder herzustellen, und die Motorsteuerung wird wieder in einen normalen Steuerzustand zurückversetzt, um das Motordrehmoment Te wieder herzustellen.

[0089] Im Falle des Zurückschaltens (Zurückschalten in einen Zustand, in welchem das Gaspedal nicht gedrückt ist, und anders als bei einem Kick-down-Schalten) wird das Motordrehmoment Te erhöht, um die Motordrehzahl Ne zu steigern. Wenn der Befehl zum Wiederherstellen des Motordrehmomentes Te unmittelbar nach dem Ausführen des Gangwechsels (Gangeinrückens) in diesem Zustand ausgegeben wird, wird die Motordrehmomentzunahmesteuerung gestoppt, um eine sofortige Änderung des Motordrehmomentes Te zu bewirken, so dass die Gänge möglicherweise ausgerückt werden können. Im Falle des Herunterschaltens wird deshalb ermittelt, ob die vorbestimmte Zeitdauer $t8$ im Schritt S68 abgelaufen ist oder nicht. Wenn die Entscheidung positiv (Ja) ist, d. h., nach dem Ablauf der vorbestimmten Dauer $t8$, wird der Befehl zum Wiederherstellen des Motordrehmomentes Te im Schritt S72 anschließend an den Schritt S70 ausgegeben. Somit wird eine plötzliche Veränderung des Motordrehmomentes Te verzögert, so dass eine Gangausrückung verhindert wird.

[0090] Im Falle des Hochschaltens wird ferner die Motordrehzahl Ne reduziert, so dass das Motordrehmoment Te niemals zunimmt. Daher können die Gänge niemals ausgerückt werden, selbst wenn das Motordrehmoment Te unmittelbar nach dem Schaltvorgang (Gangeinrückung) wiederhergestellt wird. Somit geht in dem Falle des Hochschaltens das Programm zu dem Schritt S72 ohne Abwarten des Ablaufs der vorbestimmten Dauer $t8$ über, worauf der Befehl zum Wiederherstellen des Motordrehmomentes Te sofort ausgegeben wird.

[0091] Eine Serie von kupplungslosen Schaltsteueroperationen wird auf diese Weise durchgeführt.

[0092] Nachstehendes ist eine Beschreibung einer zweiten Ausführungsform.

[0093] In Fig. 6 ist ein Flussdiagramm dargestellt, das eine Steuerroutine einer kupplungslosen Schaltsteuerung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt. Die zweite Ausführungsform wird nun unter Bezugnahme auf dieses Flussdiagramm beschrieben. Einige Schrittnummern werden dazu verwendet, um dieselben Abschnitte wie diejenigen in der ersten Ausführungsform zu bezeichnen und eine Beschreibung dieser Abschnitte wird unterlassen. Nur diejenigen Abschnitte, welche sich von den entsprechenden Gegenstücken der ersten Ausführungsform unterscheiden, werden nachstehend beschrieben.

[0094] Im Schritt S12' nach dem Schritt S10 wird ermittelt, ob eine vorbestimmte Dauer $t0$ seit der Veränderung des Motordrehmomentes Te auf der Basis eines Gangwechselbefehls abgelaufen ist oder nicht. Insbesondere wird das Motordrehmoment Te erhal-

ten und die Kraftstoffeinspritzmenge durch Steuerung der Steuerstange so verändert, dass das Motordrehmoment T_e erzielt werden kann. Wenn die vorbestimmte Dauer t_0 danach abläuft, kann festgestellt werden, dass der Wert des Kupplungsdrehmomentes T_{cl} 0 oder nahezu 0 erreicht hat. Wenn die Entscheidung positiv (Ja) ist, d. h., wenn gefolgert wird, dass die vorbestimmte Dauer t_0 abgelaufen ist, geht das Programm zu dem Schritt S16 über, in welchem der Befehl für die Gangausrückung ausgegeben wird. Auch in diesem Falle sollten die Gänge leicht ohne einen Stoß ausgerückt werden können, selbst wenn die Kupplungseinheit 3 nicht getrennt ist.

[0095] Wenn die Entscheidung in dem Schritt S12' negativ (Nein) ist, d. h., wenn gefolgert wird, dass die vorbestimmte Dauer t_0 nicht abgelaufen ist, wird andererseits der Ablauf der vorbestimmten Dauer t_0 abgewartet.

[0096] Nachdem die Schritte S16 bis S24 ausgeführt sind, wird im Schritt S26' eine einfache F/B-Steuerung anstelle der vorstehend erwähnten Ne-F/B-Steuerung von Fig. 4 ausgeführt.

[0097] Insbesondere wird im Falle des Hochschaltens die Hilfsbremse in dem Schritt S26' eingeschaltet und es wird in dem Schritt S27' ermittelt, ob die Motordrehzahl N_e innerhalb eines Drehzahlbereichs so liegt, dass sie für eine Gangstufe nach dem Gangwechsel um einen vorbestimmten Wert N_3 höher als die Soll-Drehzahl N_e ($N_e \leq \text{Soll-}N_e + N_3$) ist. Wenn die Entscheidung negativ (Nein) ist, kann die Motordrehzahl N_e als zu hoch gefolgert werden. In diesem Falle kehrt das Programm über den Schritt S29' zu dem Schritt S26' zurück, in welchem die Hilfsbremse eingeschaltet bleibt, d. h., die Abgas- bzw. Auspuffbremse 52 so ist geschlossen, dass sich die Motordrehzahl N_e weiter absenkt.

[0098] Wenn die Entscheidung im Schritt S27' oder Schritt S29' positiv (Ja) ist, wird andererseits gefolgert, dass die Motordrehzahl N_e innerhalb des Drehzahlbereichs liegt, in welchem sie für die Gangstufe nach dem Gangwechsel um den vorbestimmten Wert N_3 höher als die Soll-Drehzahl N_e ist, und dass die Motordrehzahl N_e im Wesentlichen synchron zu der Soll-Drehzahl N_e für die Gangstufe nach dem Gangwechsel ist. Danach wird die Hilfsbremse ausgeschaltet und das Programm geht zu dem Schritt S30 und den anschließenden Schritten von Fig. 3 über.

[0099] Gemäß der Getriebesteuervorrichtung für das erfindungsgemäße mechanische Getriebe kann, wie es vorstehend beschrieben wurde, das Motordrehmoment T_e aus der vorstehend erwähnten Gleichung (5) so erhalten werden, dass der Wert des Kupplungsdrehmomentes T_{cl} der Kupplung 3 0 (Null) oder nahezu 0 ist, und die Gänge werden unter dem Motordrehmoment T_e ohne Verbindung oder Tren-

nung der Kupplungseinheit 3 ausgerückt werden. Somit kann die Gangwechselzeit so verkürzt werden, dass der Gangwechsel schnell erreicht werden kann, ohne einen dem Gangausrücken zuzuordnenden Stoß durchzumachen.

[0100] Nach der Gangausrückung werden ferner die Gänge bei einer im Wesentlichen zu der Soll-Drehzahl N_e für die Gangstufe nach dem Gangwechsel synchronen Motordrehzahl N_e eingerückt, und daher kann die Gangeinrückung sanft ohne Verbinden oder Trennen der Kupplungseinheit 3 durchgeführt werden.

[0101] Wenn das Motordrehmoment T_e nicht korrekt aus der Gleichung (5) erzielt wird, oder wenn sich der Zahnstangenpositionssensor 9 außer Betrieb befindet, wird die Kupplungseinheit 3 für den Gangwechsel wie üblich getrennt, wodurch die Gangausrückung und Gangeinrückung sicher durchgeführt werden können.

[0102] In den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen wird die kupplungslose Gangwechselsteuerung als Reaktion auf den Gangwechselbefehl für den automatischen Gangwechselmodus durchgeführt. Alternativ kann jedoch die kupplungslose Gangwechselsteuerung als Reaktion auf einen Gangwechselbefehl durchgeführt werden, der beispielsweise in Abhängigkeit von dem Gangwechselvorgang des Fahrers ausgegeben wird. Wenn eine Kupplungspedalbetätigung von dem Fahrer in diesem Falle durchgeführt wird, sollte die Kupplung nur mit der mit Priorität durchgeführten Pedalbetätigung verbunden und getrennt werden.

[0103] Gemäß den vorstehenden Ausführungsformen wird ferner ein Dieselmotor als Motortyp verwendet und die Kraftstoffeinspritzmenge durch die Kraftstoffeinspritzpumpe 6 zur Verwendung als ein Steuerermittel für das Motordrehmoment T_e und die Motordrehzahl N_e gesteuert. Alternativ kann jedoch der Motortyp beispielsweise ein Benzinmotor sein, und der Motor kann so konfiguriert sein, dass das Motordrehmoment T_e und die Motordrehzahl N_e durch Einstellen der Luftansaugrate, der Menge der Kraftstoffeinspritzung durch ein Einspritzventil, den Zündzeitpunkt usw. gesteuert werden kann.

Zusammenfassung

[0104] Es wird ein Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe bereitgestellt, das in der Lage ist, eine Gangwechselzeit zu verkürzen, ohne einen einem Gangausrücken zuzuordnenden Stoß durchzumachen, und eine Vorrichtung dafür. Die Getriebesteuervorrichtung weist eine Motordrehmoment-Steuereinrichtung (S10) auf zum Steuern eines von einem Verbrennungsmotor erzeugten Drehmomentes so, dass der Wert des Übertragungsdrehmo-

menten einer Reibungskupplung 0 oder nahezu 0 ist, wenn ein Gangwechsel des mechanischen Getriebes erforderlich ist, eine Gangwechsel-Zulassungseinrichtung (S12), um den Gangwechsel des mechanischen Getriebes zuzulassen, wenn das Motordrehmoment durch die Motordrehmoment-Steuereinrichtung so gesteuert ist, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 ist, und eine Gangwechsel-Ausführungseinrichtung (S16) zum Ausrücken und Einrücken von Gängen bei geschlossener gehaltenen Kupplung auf, wenn der Gangwechsel durch die Gangwechsel-Zulassungseinrichtung zugelassen wird.

Patentansprüche

1. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe, das in der Lage ist, eine Ausgangsleistung eines Verbrennungsmotors an Räder über eine Reibungskupplung zu übertragen, indem ein automatischer mehrstufiger Gangwechsel durchgeführt wird, mit:

einem Schritt (a) einer Steuerung eines von dem Verbrennungsmotor erzeugten Motordrehmoment als Reaktion auf eine Anforderung nach einem Gangwechsel des mechanischen Getriebes so, dass der Wert eines Übertragungsdrehmomentes der Reibungskupplung 0 oder nahezu 0 ist;

einem Schritt (b) einer Zulassung des Gangwechsels des mechanischen Getriebes, wenn das Motordrehmoment so gesteuert ist, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes in dem Schritt (a) 0 oder nahezu 0 ist; und

einem Schritt (c) einer Ausrückung und Einrückung von Gängen mit in Verbindung gehaltener Kupplung, wenn der Gangwechselschritt (b) zugelassen wird.

2. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 1, wobei der Schritt (c) einen Unterschritt (c1) einer Motordrehzahländerung des Verbrennungsmotors aufweist, nachdem die Gangausrückung bei geschlossen gehaltener Kupplung ausgeführt ist, und einen Unterschritt (c2) einer Ausführung der Gangeinrückung für eine Gangstufe nach dem Gangwechsel mit geschlossen gehaltener Kupplung, wenn die Motordrehzahl im Wesentlichen synchron zu einer Gangdrehzahl für die Gangstufe nach dem Gangwechsel ist.

3. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 1 oder 2, wobei das anwendbare mechanische Getriebe so konfiguriert ist, dass die Reibungskupplung automatisch verbunden und getrennt werden kann, und der Schritt (c) eine automatische Trennung der Reibungskupplung zum Ausrücken und Einrücken der Gänge aufweist, wenn die Gangausrückung nicht durchgeführt wird, nachdem ein Befehl für die Gangausrückung ausgegeben ist.

4. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 1, wobei der Schritt (a) das Erzielen eines veränderten Motordrehmomentes in der Weise umfasst, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 gemäß einer ersten Bewegungsgleichung für einen Bereich von dem Verbrennungsmotor bis zu der Reibungskupplung und einer zweiten Bewegungsgleichung für einen Bereich von der Reibungskupplung bis zu jedem Rad und einer Position auf einer Achsenwelle eines Fahrzeugs liegt, der das geänderte Motordrehmoment anzeigt, und das Steuern des Verbrennungsmotors so, dass das geänderte Motordrehmoment erzeugt wird.

5. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 4, wobei die erste Bewegungsgleichung unter der Bedingung umgewandelt wird, dass eine Motorrotations-Winkelbeschleunigung auf der Achsenwelle gleich einer Achsenwellenrotations-Winkelbeschleunigung auf der Achsenwelle ist, und der Schritt (a) das Erzielen des geänderten Motordrehmomentes in Abhängigkeit von der umgewandelten ersten Bewegungsgleichung umfasst, so dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 ist.

6. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 4, wobei die zweite Bewegungsgleichung unter der Bedingung umgewandelt wird, dass eine Motorrotations-Winkelbeschleunigung auf der Achsenwelle gleich einer Achsenwellenrotations-Winkelbeschleunigung auf der Achsenwelle ist, und der Schritt (a) das Erzielen des geänderten Motordrehmomentes in Abhängigkeit von der umgewandelten zweiten Bewegungsgleichung umfasst, so dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 ist.

7. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 4, wobei die Reibungskupplung ein Schwungrad und eine Kupplungsplatte aufweist, welche mit dem Schwungrad verbunden und davon getrennt werden kann, eine Bewegungsgleichung für einen Bereich von dem Verbrennungsmotor bis zu dem Schwungrad als die erste Bewegungsgleichung verwendet wird, und eine Bewegungsgleichung für einen Bereich von der Kupplungsplatte bis zu jedem Rad und einer Position auf der Achse als die zweite Bewegungsgleichung verwendet wird.

8. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 4, wobei der Schritt (a) die Folgerung umfasst, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 nach dem Ablauf einer vorbestimmten Dauer nach der Anzeige des veränderten Motordrehmomentes ist.

9. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 1, wobei der Verbrennungsmotor eine Kraftstoffeinspritzpumpeneinheit mit einer

Steuerstange für die Einstellung einer Kraftstoffeinspritzmenge umfasst, und der Schritt (a) das Steuern der Steuerstange umfasst, um dadurch das Motordrehmoment zu steuern.

10. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 9, wobei der Schritt (b) auf der Basis der Position der Steuerstange das Ermitteln umfasst, ob ein Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 ist.

11. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 2, wobei der Verbrennungsmotor eine Hilfsbremse aufweist, und wobei der Unterschnitt (c1) das Betätigen der Hilfsbremse umfasst, wenn die Motordrehzahl des Verbrennungsmotors einen oberen Grenzwert eines vorbestimmten Drehzahlbereichs überschreitet, der eine Soll-Motordrehzahl umfasst, die der Gangdrehzahl entspricht.

12. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 2, wobei der Unterschnitt (c1) das Korrigieren einer Soll-Motordrehzahl umfasst, die der Gangdrehzahl in Abhängigkeit von den Kennlinien des Verbrennungsmotors entspricht.

13. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 1, wobei der Schritt (c) das Ausgeben eines Befehls zum Wiederherstellen des Motordrehmomentes nach dem Ablauf einer vorbestimmten Dauer seit dem Start der Gangeinrückung umfasst, wenn ein Gangwechsel von einer hohen Gangstufe auf eine niedrige Gangstufe des mechanischen Getriebes durch die Gangwechselanforderung erforderlich ist.

14. Getriebesteuerverfahren für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 2, wobei der Verbrennungsmotor eine Hilfsbremse aufweist, und der Unterschnitt (c1) ein Betätigen der Hilfsbremse umfasst, wenn die Motordrehzahl des Verbrennungsmotors einen oberen Grenzwert eines vorbestimmten Drehzahlbereichs übersteigt, welcher eine Soll-Motordrehzahl umfasst, die der Gangdrehzahl entspricht, wenn ein Gangwechsel von einer niedrigen Gangstufe auf eine hohe Gangstufe des mechanischen Getriebes durch die Gangwechselanforderung erforderlich ist.

15. Getriebesteuervorrichtung für ein mechanisches Getriebe, das in der Lage ist, eine Ausgangsleistung eines Verbrennungsmotors an Räder über eine Reibungskupplung zu übertragen, indem ein automatischer mehrstufiger Gangwechsel durchgeführt wird, mit:
einer Motordrehmomentsteuereinrichtung zur Steuerung eines von dem Verbrennungsmotor erzeugten Motordrehmomentes so, dass der Wert eines Übertragungsdrehmomentes der Reibungskupplung 0 oder nahezu 0 ist, wenn ein Gangwechsel des mechani-

sches Getriebes angefordert wird; einer Gangwechsel-Zulassungseinrichtung zur Zulassung des Gangwechsels des mechanischen Getriebes, wenn das Motordrehmoment durch die Motordrehmomentsteuereinrichtung so gesteuert ist, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 ist; und

einer Gangwechsel-Ausführungseinrichtung zur Ausrückung und Einrückung von Gängen mit in Verbindung gehaltener Kupplung, wenn der Gangwechsel von der Gangwechsel-Zulassungseinrichtung zugelassen wird.

16. Getriebesteuervorrichtung für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 15, welche ferner eine Motordrehzahl-Detektionseinrichtung zum Detektieren einer Motordrehzahl des Verbrennungsmotors und eine Gangdrehzahl-Detektionseinrichtung zum Detektieren einer Gangdrehzahl für eine Gangstufe nach dem Gangwechsel aufweist, und wobei die Gangwechsel-Ausführungseinrichtung die Motordrehzahl des Verbrennungsmotors ändert, nachdem die Gangausrückung mit geschlossen gehaltener Kupplung ausgeführt ist, und die Gangeinrückung für die Gangstufe nach dem Gangwechsel mit geschlossen gehaltener Kupplung durchführt, wenn die Motordrehzahl im Wesentlichen synchron zu der Gangdrehzahl für die Gangstufe nach dem Gangwechsel ist.

17. Getriebesteuervorrichtung für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 15 oder 16, wobei die Reibungskupplung so konfiguriert ist, dass sie automatisch verbunden und getrennt werden kann, und die Gangwechsel-Ausführungseinrichtung automatisch die Reibungskupplung trennt, um die Gänge auszurücken und einzurücken, wenn die Gangausrückung nicht ausgeführt wird, nachdem ein Befehl für die Gangausrückung ausgegeben ist.

18. Getriebesteuervorrichtung für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 15, wobei die Reibungskupplung eine Schwungscheibe und eine Kupplungsplatte aufweist, die mit der Schwungscheibe verbunden und von dieser getrennt werden kann, und wobei die Motordrehmoment-Steuereinrichtung ein geändertes Motordrehmoment so erzielt, dass der Wert des Übertragungsdrehmomentes 0 oder nahezu 0 ist, in Abhängigkeit von einer ersten Bewegungsgleichung für einen Bereich von dem Verbrennungsmotor bis zu dem Schwungrad und gemäß einer zweiten Bewegungsgleichung für einen Bereich von der Reibungskupplung bis zu jedem Rad und einer Position auf einer Achsenwelle eines Fahrzeugs erzielt, und den Verbrennungsmotor so steuert, dass das geänderte Drehmoment erzeugt wird.

19. Getriebesteuervorrichtung für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 15, wobei der Verbrennungsmotor eine Kraftstoffeinspritzpumpenein-

heit mit einer Steuerstange zum Einstellen einer Kraftstoffeinspritzmenge aufweist, und die Motordrehmoment-Steuereinrichtung die Steuerstange steuert, um dadurch das Motordrehmoment zu steuern.

20. Getriebesteuervorrichtung für ein mechanisches Getriebe nach Anspruch 16, wobei der Verbrennungsmotor eine Hilfsbremse aufweist, und die Gangwechsel-Ausführungseinrichtung die Hilfsbremse betätigt, wenn die Motordrehzahl des Verbrennungsmotors einen oberen Grenzwert eines vorbestimmten Drehzahlbereichs überschreitet, der eine Soll-Motordrehzahl umfasst, die der Gangdrehzahl entspricht.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

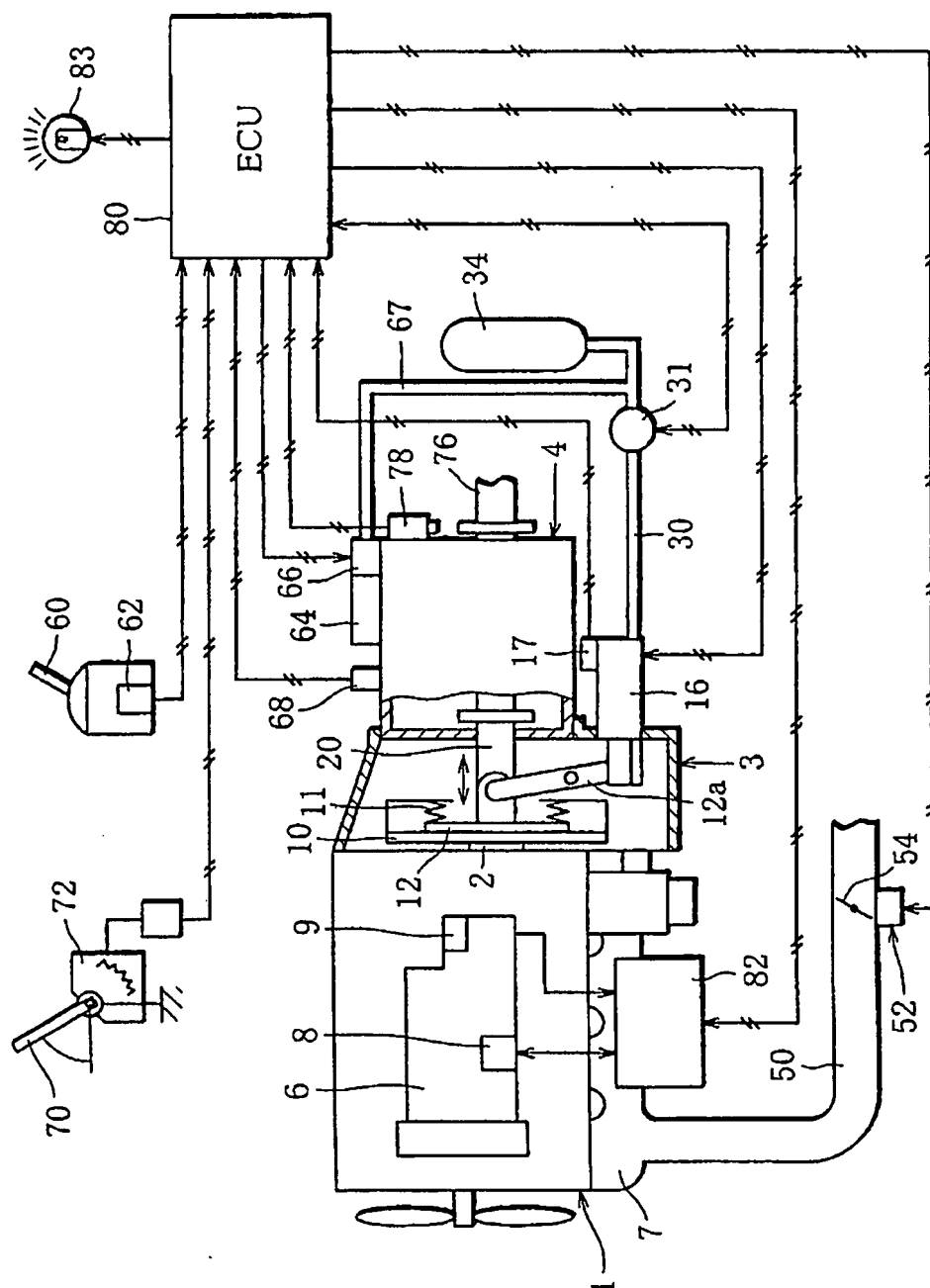


FIG. 2

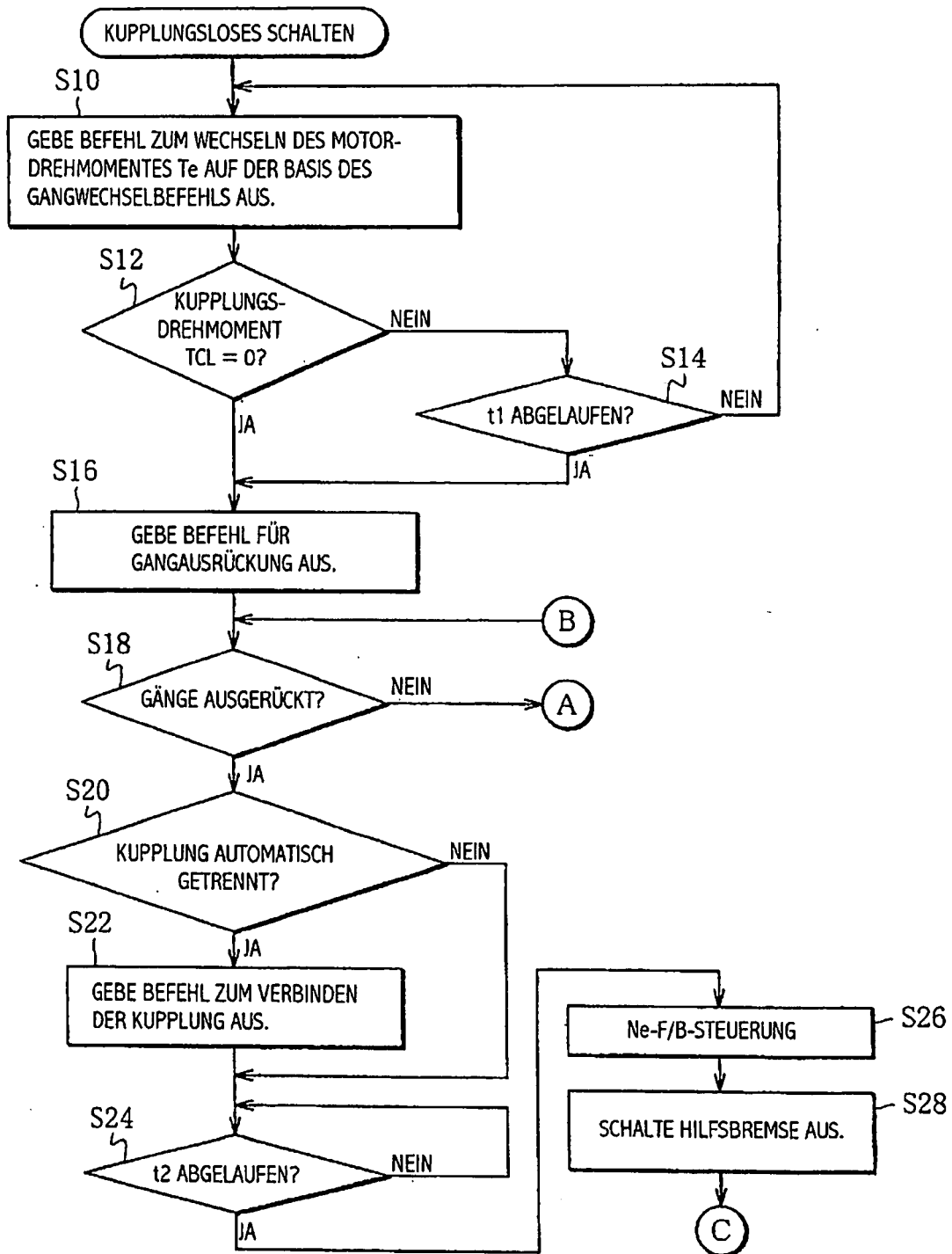


FIG. 3

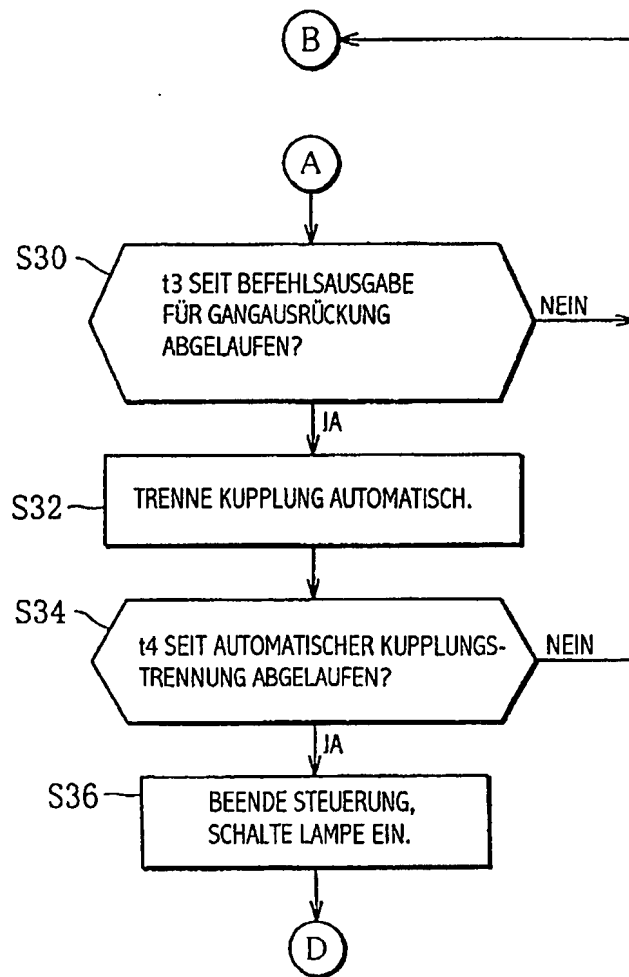


FIG. 4

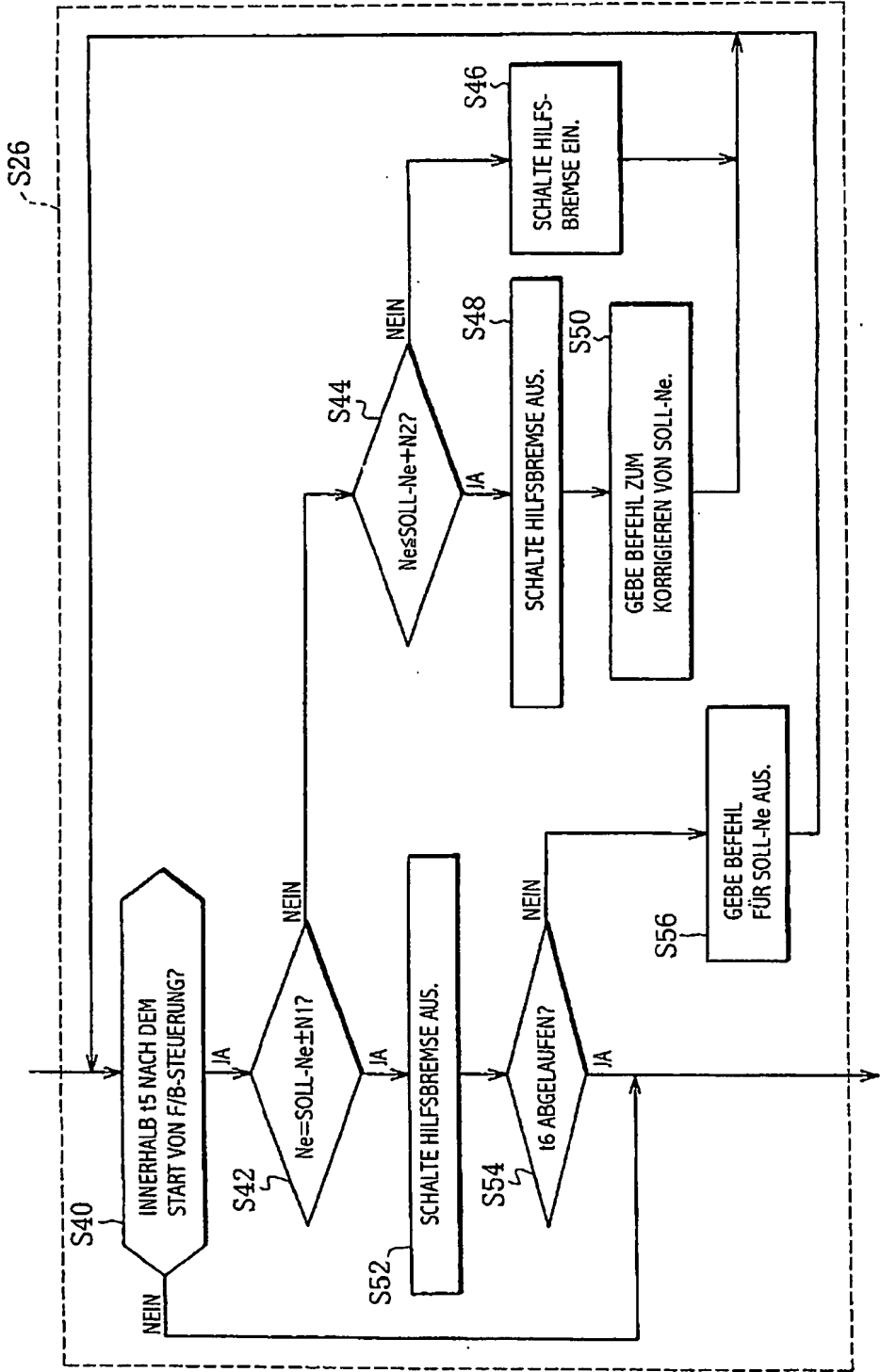


FIG. 5

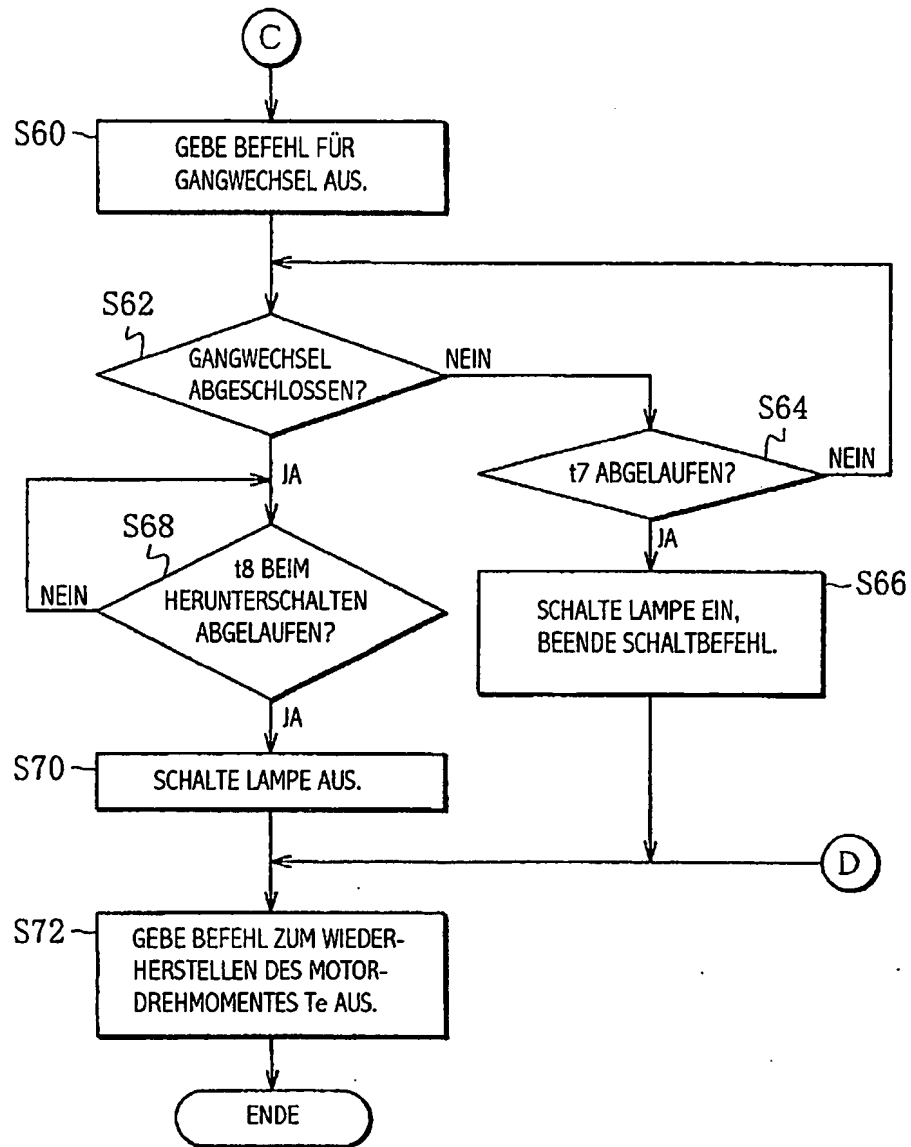


FIG. 6

